

(19)



KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

## KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020040022019 A  
 (43)Date of publication of application: 11.03.2004

(21)Application number: 1020020053823  
 (22)Date of filing: 06.09.2002

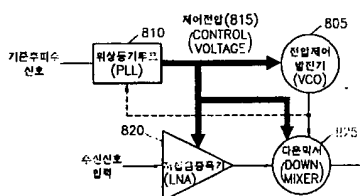
(71)Applicant: SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.  
 (72)Inventor: CHO, GYE OK  
 KIM, HUN TAE

(51)Int. Cl. H04B 1 /50

(54) MULTIBAND TRANSCEIVER USING CONTROL VOLTAGE OF PHASE LOCKED LOOP

(57) Abstract:

PURPOSE: A multiband transceiver using the control voltage of a PLL(Phase Locked Loop) is provided so that other components of a multiband transceiver can use the control voltage of a PLL to control the oscillation frequency of a VCO(Voltage Controlled Oscillator). CONSTITUTION: In a receiving part that uses the output signals of a PLL(810) as control signals for the components of a multiband transceiver, the control voltage(815) of the PLL(810) to control the oscillation frequency of a VCO(805) is also used for other components of the receiving part, such as an LNA(Low Noise Amplifier)(820) and a down mixer(825). As the control voltage(815) outputted from the PLL(810) is used for the LNA(820) and the down mixer(825), these components can be operated in many frequency bands, not in a single band.



copyright KIPO 2004

## Legal Status

Date of request for an examination (00000000)  
 Notification date of refusal decision (00000000)  
 Final disposal of an application (application)  
 Date of final disposal of an application (00000000)  
 Patent registration number ( )  
 Date of registration (00000000)  
 Number of opposition against the grant of a patent ( )  
 Date of opposition against the grant of a patent (00000000)  
 Number of trial against decision to refuse ( )  
 Date of requesting trial against decision to refuse ( )

**BEST AVAILABLE COPY**

# (19)대한민국특허청(KR)

## (12) 공개특허공보(A)

(51) . Int. Cl.<sup>7</sup>  
H04B 1/50

(11) 공개번호 10-2004-0022019  
(43) 공개일자 2004년03월11일

(21) 출원번호 10-2002-0053823  
(22) 출원일자 2002년09월06일

(71) 출원인 삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 김훈태  
경기도용인시기홍읍두진아파트103동1307호  
조계옥  
경기도용인시수지읍풍덕천리진산마을삼성5차501동1301호

(74) 대리인 이영필  
이해영

심사청구 : 없음

### (54) 위상동기루프(P L L)의 제어전압을 이용한 멀티밴드용송수신장치 및 송수신 방법

#### 요약

본 발명은 멀티 밴드용 송수신 장치 및 송수신 방법에 관한 것으로, 구체적으로는 멀티 밴드용 RF 트랜시버에서 전압 제어 발진기(VCO)에 입력되는 위상 동기 루프(PLL)의 제어 전압을 트랜시버의 다른 구성부에도 사용할 수 있도록 한 무선통신 멀티밴드 RF 송수신 장치 및 송수신 방법에 관한 것이다. 본 발명의 멀티 밴드 송수신 장치는 위상 동기 루프(PLL)에서 출력되는 제어전압(control voltage)을 가지고, LC 병렬공진 회로를 구비한 저잡음 증폭기(LNA)와 전력 증폭기(PA)에서의 가변 커패시터의 커패시턴스를 조정하고, 믹서(mixer)에 흐르는 전류를 제어한다. 따라서, 이러한 구성부들이 하나의 주파수 대역에서만 동작하는 것이 아니라, 여러 주파수 대역에서 동작할 수 있게 만들어, 구성 소자의 수를 최소화한 멀티밴드 트랜시버(multi band transceiver)를 제공한다.

#### 대표도

도 8a

#### 명세서

#### 도면의 간단한 설명

도 1은 스텝다운(stepdown) 송수신단의 구조를 나타낸 도면이다.

도 2는 직접변환 수신기(Direct Conversion Receiver) 구조를 사용한 믹서를 나타낸 도면이다.

도 3은 스위치를 이용한 멀티밴드 이동단말 송수신기의 구조를 나타낸 도면이다.

도 4는 스위치를 이용한 밴드패스 필터의 구조를 나타낸 도면이다.

도 5는 하나의 전압제어 발진기(VCO)를 이용한 듀얼 밴드 리시버(dual band receiver)를 나타낸 도면이다.

도 6은 스위치를 이용한 듀얼 밴드 전압제어 발진기(VCO)를 나타낸 도면이다.

도 7은 직렬 및 병렬공진을 이용한 듀얼 밴드 저잡음 증폭기(LNA)를 나타낸 도면이다.

도 8a는 위상 동기 루프(PLL)의 출력신호를 멀티밴드(multi band) 송수신기의 각 구성요소의 제어신호로 사용하는 수신부를 나타낸 블록도이다.

도 8b는 위상 동기 루프(PLL)의 출력신호를 멀티밴드(multi band) 송수신기의 각 구성요소의 제어신호로 사용하는 송신부를 나타낸 블록도이다.

도 9는 위상동기루프(PLL) 출력을 여러 구성요소에 사용한 RF 송수신기의 블록도이다.

도 10은 주파수 합성기(frequency synthesizer)를 나타낸 도면이다.

도 11은 전압제어 발진기(VCO)의 구조를 나타낸 도면이다.

도 12는 본 발명을 저잡음 증폭기(LNA)에 적용한 회로도를 나타낸 도면이다.

도 13은 본 발명을 전력 증폭기(PA)에 적용시킨 회로도이다.

도 14는 본 발명을 믹서(mixer)에 적용한 회로도이다.

도 15는 본 발명을 저잡음 증폭기(LNA)에 적용한 일 실시예의 회로를 나타낸 도면이다.

도 16은 도 15의 저잡음 증폭기(LNA)의 시뮬레이션 결과이다.

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 멀티 밴드용 송수신 장치 및 송수신 방법에 관한 것으로, 구체적으로는 멀티 밴드용 RF 트랜시버에서 전압 제어 발진기(VCO)에 입력되는 위상 동기 루프(PLL)의 제어 전압을 트랜시버의 다른 구성부에도 사용할 수 있도록 한 무선통신 멀티밴드 RF 송수신 장치 및 송수신 방법에 관한 것이다.

최근 다양한 무선통신 서비스가 공존함에 따라 듀얼 밴드(dual band) 또는 트라이 밴드(tri band)에서 동작할 수 있는 휴대폰의 상용화를 위해 활발한 연구가 진행되고 있다. 보통 한가지 주파수에서만 작동하는 싱글 밴드(single band) 휴대폰과는 달리 듀얼 밴드(dual band) 휴대폰은 두가지 주파수에서 작동(예, 900MHz, 1800MHz)하고, 트라이 밴드(tri band) 휴대폰은 세 가지 주파수에서 모두 작동한다.

현재 셀룰러 통신 기기는 이미 복잡화가 시작되었으며, 이에 따라 셀룰러 통신 기기 생산자는, 향후 더욱 많은 기능을 원하는 소비자의 욕구를 충족시키기 위하여 여러 주파수 대역에서 사용할 수 있는 제품의 생산이 불가피할 것이다. 또한, 제품의 크기를 줄이고 제조 원가를 절감하기 위해서는 사용되는 부품들 역시 여러 주파수 대역에서 사용할 수 있어야 함이 필연적이다. 이에 따라 IMT-2000, W-PAN(Wide band - Private Area Network), W-LAN(Wide band - Local Area Network) 등을 하나로 접목하는 핵심 기술의 개발과 핵심 요소 부품을 이용하여 다양한 서비스를 수용할 수 있는 하나의 칩셋의 구현이 필요하다.

도 1은 스텝다운(stepdown) 송수신단의 구조를 나타낸 도면이다.

현재 5GHz 대역의 무선 랜(wireless LAN)과 관련하여 제품을 판매중인 아테로스(Atheros)사의 특허(미국특허 등록번호 제 6,351,502)는 멀티 밴드의 사용에 관한 기술이 아니라, 수신단에서 직접변환(Direct Conversion) 구조를 채택하였을 때 발생하는 국부 발진기(LO: Local Oscillator)의 누설(leakage) 신호를 줄이기 위하여 전압제어 발진기

(VCO: Voltage Controlled Oscillator)의 발진 주파수를 4.25GHz로 만든 다음, 이 주파수를 4로 나누어서 한번 더 믹싱해 주는 방법에 대하여 개시하고 있다.

도 2는 직접변환 수신기(DCR: Direct Conversion Receiver) 구조를 사용한 믹서를 나타낸 도면이다.

이와 관련하여 유럽특허 공개번호 1,208,651에서는 전압제어 발진기(VCO)의 발진 파형을 달리하여 국부 발진기(LO)의 누설(leakage) 문제를 해결하였다. 그리고, 이러한 믹서(mixer)를 송수신단에 사용할 경우, 멀티 밴드(multi band)의 개념이 아니라 와이드 밴드(wide band)의 개념이라고 볼 수 있다. 즉 특정 주파수 대역이 아니라, 전체적인 주파수 범위에 걸쳐 동작하는 믹서(mixer)를 구현할 수 있다는 것이다.

도 3은 스위치를 이용한 멀티밴드 이동단말 송수신기 구조를 나타낸 도면이다.

일반적으로 멀티밴드(multi band)에서 동작할 수 있는 송수신기와 관련된 특허에서는 입력되는 주파수에 따라 공유할 수 있는 구성요소는 공유함으로써 부품수를 줄이고, 공유할 수 없는 구성요소의 경우에는 각각의 주파수 대역에 따라 구성요소를 다르게 설계하고, 스위치(switch)를 이용하여 이렇게 다르게 설계한 구성요소를 선택하여, 처리되어야 할 신호가 지나가는 경로를 다르게 해준다.

도 3과 같은 구조를 가진 마쓰시타(Matsushita)의 등록특허(미국특허 등록번호 제6,014,571)에서는 스위치(switch)를 이용하여 주파수 분주기(frequency divider)나 저주파 필터(low pass filter) 등을 제어할 수 있는 구조를 하고 있다.

도 4는 스위치를 이용한 밴드패스 필터의 구조를 나타낸 도면이다.

도 4를 참조하면, Boach사에서 사용하는 방법(유럽특허 공개번호 1,006,669)에서는 저잡음 증폭기(LNA: Low Noise Amplifier)를 와이드 밴드(wide band) 구조를 갖도록 하면서 밴드패스 필터(band pass filter)를 각각의 주파수 대역에 따라 스위치(switch)로 제어한다. 이렇게 스위치(switch)를 가지고 밴드패스 필터를 제어하는 경우, 공유하지 못하는 블록이 있는 경우에는 수신단에서 수신하는 밴드(band) 개수만큼 필터가 필요하게 된다.

도 5는 하나의 전압제어 발진기(VCO)를 이용한 듀얼 밴드 리시버(dual band receiver)를 나타낸 도면이다.

도 5를 참조하면, 두개의 밴드(band)에 대해서 저잡음 증폭기(LNA)를 통과한 신호를 1.35GHz의 국부 발진기(LO) 신호를 이용하여 믹싱(mixing)을 하게 되면, 두 신호 모두 450MHz의 중간 주파수(IF: Intermediate Frequency)를 가지게 되므로 믹서(mixer)를 공유할 수 있다는 것을 알 수 있다.

도 6은 스위치를 이용한 듀얼 밴드 전압제어 발진기(VCO)를 나타낸 도면이다.

도 6을 참조하면, 전압제어 발진기(VCO)는 MOS 스위치(MOS switch)를 이용하여 두개의 서로 다른 인덕터(inductor)를 번갈아 연결하여 서로 다른 두개의 주파수(900MHz, 1800MHz)에서 발진할 수 있게 만든 구조를 가짐을 알 수 있다.

도 7은 직렬 및 병렬공진을 이용한 듀얼 밴드 저잡음 증폭기(LNA)를 나타낸 도면이다.

즉, 도 7을 참조하면, 저잡음 증폭기(LNA)의 부하(load) 부분을 직렬과 병렬 LC 공진을 이용하여 두개의 서로 다른 주파수 대역에서(802.11a, 802.11b) 원하는 특성을 얻을 수 있도록 만든 것을 알 수 있다.

그러나, 상술한 종래기술은 멀티밴드상에서 동작할 수 있는 시스템이 아니거나, 스위치를 이용하여 다른 주파수 대역에서 동작할 수 있도록 함으로써, 구조가 복잡해진다는 문제점이 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 상술한 멀티밴드(multi band)용 RF 트랜시버(RF transceiver)의 구현시, 전압제어 발진기(VCO)의 발진 주파수를 조절하기 위한 위상 동기 루프(PLL: Phase Locked Loop)에서 만들어지는 제어전압(control voltage)을, 트랜시버(transceiver)의 다른 구성부에도 이용할 수 있는 멀티밴드 송수신 장치 및 송수신 방법을 제공하는데 있다.

즉, 위상 동기 루프(PLL)에서 출력되는 제어전압(control voltage)을 저잡음 증폭기(LNA), 믹서(mixer) 및 전력 증폭기(PA: Power Amplifier)에 이용함으로써, 이러한 구성부들이 하나의 주파수 대역에서만 동작하는 것이 아니라,

여러 주파수 대역에서 동작할 수 있게 만들어, 구성소자의 수를 최소화한 멀티밴드 트랜시버(multi band transceiver)를 제공하는데 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기의 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 멀티밴드 송신 장치는, 기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력신호를 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력신호의 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 위상 동기 루프; 상기 제어전압을 입력받아 주파수 대역을 조정하고, 조정된 주파수 대역에서 동작하며 입력된 수신신호에서 잡음신호의 증폭은 억제하면서 수신된 신호를 증폭하는 저잡음 증폭기; 및 상기 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 상기 증폭된 수신 신호를 낮은 주파수 대역의 신호로 변환시키는 다운 믹서를 구비한다.

상기의 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 멀티밴드 수신 장치는, 기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력신호를 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력신호의 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 위상 동기 루프; 상기 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 송신 신호를 높은 주파수 대역의 신호로 변환시키는 업 믹서; 및 상기 제어전압을 입력받아 이득을 조정하고, 상기 변환된 송신신호를 조정된 이득정도만큼 증폭시켜 출력하는 전력 증폭기를 구비한다.

상기의 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 멀티밴드 송수신 장치는, 기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력신호를 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력신호의 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 위상 동기 루프; 상기 제어전압을 입력받아 주파수 대역을 조정하고, 조정된 주파수 대역에서 동작하며 입력된 수신신호에서 잡음신호의 증폭은 억제하면서 수신된 신호를 증폭하는 저잡음 증폭기; 상기 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 상기 증폭된 수신 신호를 낮은 주파수 대역의 신호로 변환시키는 다운 믹서; 상기 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 송신 신호를 높은 주파수 대역의 신호로 변환시키는 업 믹서; 및 상기 제어전압을 입력받아 이득을 조정하고, 상기 변환된 송신신호를 조정된 이득정도만큼 증폭시켜 출력하는 전력 증폭기를 구비한다.

상기의 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 멀티밴드 수신 방법은, 수신신호를 입력받는 단계; 기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력신호를 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력신호의 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 단계; 상기 생성된 제어전압을 입력받아 주파수 대역을 조정하고, 조정된 주파수 대역에서 동작하며 상기 입력받은 수신신호에서 잡음신호의 증폭은 억제하면서 수신된 신호를 증폭하는 단계; 및 상기 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 상기 증폭된 수신 신호를 낮은 주파수 대역의 신호로 변환시키는 단계를 구비한다.

상기의 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 멀티밴드 송신 방법은, 송신신호를 입력받는 단계; 기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력신호를 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력신호의 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 단계; 상기 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 송신 신호를 높은 주파수 대역의 신호로 변환시키는 단계; 및 상기 제어전압을 입력받아 이득을 조정하고, 상기 변환된 송신신호를 조정된 이득정도만큼 증폭시켜 출력하는 단계를 구비한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다.

도 8a는 위상 동기 루프(PLL)의 출력신호를 멀티밴드(multi band) 송수신기의 각 구성요소의 제어신호로 사용하는 수신부를 나타낸 블록도이다.

전압제어 발진기(VCO)(805)의 발진 주파수를 제어하기 위한 위상 동기 루프(PLL)(810)의 제어전압(815)을 수신부의 다른 구성요소에도 사용한다. 수신부의 다른 구성요소에는 저잡음 증폭기(LNA)(820)과 다운 믹서(down mixer)(825)가 있는데, 이들 구성요소들에, 입력되는 전압에 따라서 커패시턴스(capacitance) 값이 변하는 배랙터(varactor)와 인덕턴스(inductance) 값이 변하는 소자를 구비하도록 하고, 위상 동기 루프(PLL)로부터의 제어전압 신호를 입력받아 이 커패시턴스값을 변경시킴으로써 각 구성요소를 제어한다.

도 8b는 위상 동기 루프(PLL)의 출력신호를 멀티밴드(multi band) 송수신기의 각 구성요소의 제어신호로 사용하는 송신부를 나타낸 블록도이다.

전압제어 발진기(VCO)(850)의 발진 주파수를 제어하기 위한 위상 동기 루프(PLL)(855)의 제어전압(860)을 송신부의 다른 구성요소에도 사용한다. 송신부의 다른 구성요소에는 업 믹서(up mixer)(865) 및 전력 증폭기(PA)(870) 등이 있다. 이들 구성요소들에, 입력되는 전압에 따라서 커패시턴스(capacitance) 값이 변하는 배랙터(varactor)와 인덕턴스(inductance) 값이 변하는 소자를 구비하도록 하고, 위상 동기 루프(PLL)로부터의 제어전압 신호를 입력받아 제어한다.

이 때 전압제어발진기(850)와 위상 동기 루프(PLL)(855)는 도 8A의 전압제어발진기(815)와 위상 동기 루프(PLL)(810)과 기능이 동일하다.

즉, 입력되는 전압에 따라서 커패시턴스(capacitance) 값이 변하는 배랙터(varactor)와 인덕턴스(inductance) 값이 변하는 소자를 저잡음 증폭기(LNA)(830), 다운 믹서(down mixer)(840), 업 믹서(up mixer)(850) 및 전력 증폭기(PA)(860) 등에 포함시킨 다음, 이들 구성요소를 위상 동기 루프(PLL)로부터의 제어전압 출력을 입력받아 제어한다.

도 9는 위상동기루프(PLL) 출력을 여러 구성요소에 사용한 RF 송수신기의 블록도이다.

도 9의 점선 부분이 RF 트랜시버(RF transceiver)(910)부분으로 원집화 된 부분이다. 안테나(920)를 통해 수신된 신호가, 스위치 기능을 하는 듀플렉서(duplexer)(930)를 통하여 저잡음 증폭기(LNA)(940)로 전달되면, 저잡음 증폭기(LNA)(940)는 이 신호를 증폭하여 다음 단으로 전달한다.

다운 믹서(Down Mixer)(911)에서는 입력된 RF 신호의 주파수를 낮은 주파수 대역으로 변환시키는 기능을 한다. 이 낮은 주파수를 중간 주파수(IF)라고 하며, 주파수 변환을 위해서는 국부 발진기(LO)의 주파수를 필요로 한다. 즉, 기준 주파수(reference frequency) 신호와 전압제어 발진기(VCO)의 신호를 받아 위상 동기 루프(PLL)가 일정한 주파수의 신호를 출력한다. 따라서, 다운 믹서(Down Mixer)(950) 출력단에서의 신호의 주파수는 입력된 RF 신호의 주파수에서 기준 주파수를 뺀 값이 된다. 즉, 다음 수학식 1과 같이 표현된다.

[수학식 1]

$$f_{IF} = f_{RF} - f_{LO}$$

이렇게 주파수 변환된 신호는 중간 주파수 필터(IF filter)(912)를 통과하고, 아날로그-디지털 변환기(ADC)(950)에 의하여 디지털 신호로 변환된 다음 베이스 밴드 프로세서(baseband processor)(960)로 전달된다.

송신부에 있어서는 디지털-아날로그 변환기(DAC)(970)에 의해 베이스 밴드(baseband) 신호가 아날로그 신호로 변환된 다음, 게인 제어부(Gain Control Block)(913)가 변환된 신호의 증폭 정도를 확인하여 조정한다. 즉, 전력 증폭기(PA)(980)는 고정된 정도의 증폭만을 할 수 있기 때문에 게인 제어부(913)가, 최종 적으로 증폭되어 출력되어야 할 신호의 증폭정도를 고려하여 디지털-아날로그 변환기(DAC)(970)를 통해 수신된 신호를 증폭시킨다. 그리고 나서 수신부의 다운 믹서(down mixer)(911)에서와 같은 방법으로, 이번에는 높은 주파수로의 변환이 업 믹서(up mixer)(914)를 통해서 이루어진다. 높은 주파수 대역으로 변환된 신호는 전력 증폭기(PA)(980)에 의해 충분한 크기로 증폭된 다음 듀플렉서(duplexer)(930)를 거쳐 안테나(920)로 전달되어 송신된다.

도 10은 주파수 합성기(frequency synthesizer)를 나타낸 도면이다.

즉, 위상 동기 루프(PLL)와 전압제어 발진기(VCO)에서, 기준 주파수 신호를 사용하여 전압제어 발진기(VCO)의 출력 주파수를 가변시키는 합성기이다. 다시 말하면, 도 9에서의 위상 동기 루프(PLL)와 전압제어 발진기(VCO)의 상관 관계를 상세하게 나타낸 도면이다. 도 10을 참조하면, 크리스탈(crystal)의 공진에 의해 발생하는 기준 주파수( $f_{ref}$ : reference frequency)(1010)가 위상 동기 루프(PLL)에 입력된다. 입력된 신호( $f_{ref}$ )(1010)는 M 분주기(1020)에 의해 분주되고, 이 분주된 신호와 전압제어 발진기(VCO)의 출력 신호를 N으로 분주한 N 분주기(1030)의 출력신호가 위상 검출기(Phase detector)(1040)에 입력된다. 위상 검출기(Phase detector)(1040) 입력된 두 주파수의 위상을 비교하여, 위상차에 비례하는 전압을 출력한다.

루프 필터(loop filter)(1050)는 위상 검출기(Phase detector)(1040)로부터 전달되는 오류 신호를 걸러내는 기능을 할 뿐만 아니라, 위상동기 루프(PLL)의 피드백 루프(feedback loop)를 보상하는 기능도 수행한다. 저역 통과 필터(LPF: Low Pass Filter)의 구조로 구성된 이 필터는 루프 동작중에 발생하는 여러 가지 잡다한 주파수들을 걸러내고, 커패시터(capacitor)를 사용하여 축적된 전하량 변화를 통해 전압제어 발진기(VCO)의 제어전압을 가변시키는 역할을 한다.

전압제어 발진기(VCO)(1060)는 입력 전압에 비례하는 주파수를 출력한다. 또한, 위상은 주파수를 시간에 따라 적분한 것이므로 제어 전압을 조정함으로써 출력 위상을 조정할 수 있다.

따라서, 최종적으로 전압제어 발진기(VCO)(1060)가 출력하는 주파수는 다음 수학식 2와 같다.

[수학식 2]

$$f_{out} = \frac{M}{N} \cdot f_{ref}$$

도 11은 전압제어 발진기(VCO)의 구조를 나타낸 도면이다.

전압제어 발진기(VCO)의 발진 주파수는 병렬로 연결된 인덕터(inductor)(1110)와 커패시터(capacitor)(1120)의 공진 주파수에 의하여 결정된다. 따라서 전압제어 발진기(VCO)의 발진 주파수를 변화시키기 위해서는 전압제어 커패시터(varactor: voltage controlled capacitor)(1120)가 사용된다. 전압제어 커패시터(varactor)(1120)는 입력되는 전압에 따라 커패시턴스(capacitance) 값이 변화하므로, 다음 수학식 3에 의해 계산되는 LC 병렬 공진 주파수는 커패시턴스(capacitance) C의 값이 변함에 따라 같이 변하게 된다.

[수학식 3]

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

따라서 도 10에서 위상 동기 루프(PLL)에서 만들어지는 제어 전압(control voltage)은 전압제어 발진기(VCO)의 배랙터(varactor)에 입력됨으로써 전압제어 발진기(VCO)의 발진 주파수가 변화하게 된다.

도 12는 본 발명을 저잡음 증폭기(LNA)에 적용한 회로도를 나타낸 도면이다.

도 12를 참조하면, 저잡음 증폭기(LNA)는 잡음 특성(noise figure)을 최소화 할 수 있는 캐스캐이드(cascade) 구조를 가지고 있으며, 임피던스 매칭(impedance matching)을 위하여 인덕티브 소스 디제너레이션(inductive source de generation)(1230)을 사용하고 있는, 2GHz에서 5GHz 대역에서 가장 널리 사용되고 있는 형태를 하고 있다.

이때 게인(gain)을 증가시키기 위해 상부 트랜지스터(transistor)(1220)의 드레인(drain)에 연결된 인덕티브 부하(inductive load) 대신에 도 12와 같이 LC 병렬 공진회로(1210)를 사용하였고, 고정된 커패시터 대신 커패시턴스값을 변경할 수 있는 배랙터(varactor)를 사용하였다. 따라서, 특정 주파수에서 이 공진회로의 임피던스가 무한대에 가까워지는 원리를 이용하여 게인(gain)을 최대화 할 수 있다. 즉, 본 발명에서는, 이 공진회로를 구성하는 커패시터(capacitor)를 대신하여 전압제어 커패시터, 즉, 배랙터(varactor)를 사용하고, 이 배랙터(varactor)의 커패시턴스(capacitance)값을 위상 동기 루프(PLL)에서 만들어지는 제어전압(control voltage)을 이용하여 조정함으로써, 저잡음 증폭기(LNA)가 사용되는 주파수 대역에 따라 LC 병렬 공진회로의 공진 주파수를 변화시킬 수 있다.

따라서, 저잡음 증폭기(LNA)는 하나의 주파수 대역에 입력되는 신호만 최대한 증폭시킬 수 있는 것이 아니라, 입력되는 주파수의 범위에 따라 공진회로 또한 변화시킴으로써, 하나의 저잡음 증폭기(LNA)를 가지고 멀티밴드(multi band)용으로 사용할 수 있다. 배랙터(varactor)는 모스 배랙터(MOS varactor)와 정션 배랙터(junction varactor) 두 종류가 있으며, 모스 배랙터(MOS varactor)의 경우에는 1pF에서 6pF 정도의 값을 가진다.

공진 주파수는 상기 수학식 3과 같이 표현되므로, 보다 넓은 입력 주파수 대역에서 동작할 수 있도록 하기 위해서는 LC 공진 회로에 두개 이상의 배랙터(varactor)를 병렬로 연결함으로써 공진 주파수 역시 넓은 대역에 걸쳐 변화하게 할 수 있다.

도 13은 본 발명을 전력 증폭기(PA)에 적용시킨 회로도이다.

전력 증폭기(PA)는 출력 전력에 따라서 두 단, 혹은 세 단의 캐스캐이드(cascade) 구조를 가진다. 두 단 캐스캐이드(cascade) 구조의 파워 증폭기(PA)는 저잡음 증폭기(LNA)와 마찬가지로 게인(gain)을 증가시키기 위해 LC 병렬 공진회로를 사용하며, 이 공진회로에는 배랙터(varactor)가 사용된다. 즉 도 12의 저잡음 증폭기(LNA)와 마찬가지로 커패시턴스 값을 변경할 수 있는 배랙터(varactor)를 LC 병렬 공진회로에 사용하여, 위상 동기 루프(PLL)에서 만들어지는 제어전압(control voltage)을 이용하여 게인을 조정한다.

도 14는 본 발명을 믹서(mixer)에 적용한 회로도이다.

도 14의 믹서는 믹서의 대표적인 구조라고 할 수 있는 길버트 타입(Gilbert-type)의 믹서이다. 이러한 구조의 믹서(mixer)에서도 상술한 바와 같이 LC 공진회로를 부하(load)로 사용할 수 있다. 즉, 저잡음 증폭기(LNA)와 전력 증폭기(PA)

PA)에서 사용한 것과 같은 방법을 사용할 수가 있다.

그러나, 본 발명에서 제시하고 있는 방법에서는 LC 병렬 공진 회로를 구성하고 있는 커패시터(capacitor)를 베랙터(varactor)로 대체하고, 이 베랙터(varactor)를 제어하는 전압으로 위상 동기 루프(PLL)의 제어전압(control voltage)을 이용한다. 도 14에서 사용되고 있는 부하(load)는 맨 상부에 위치한 트랜지스터(transistor)(1410)가 전류 소스(current source)로 동작하면서, 다른 트랜지스터인 액티브(active) 소자를 부하(load)로 사용한 경우이다. 즉, 종래에는 부하로 보통 전항을 많이 사용하는데 이 저항은 고정값을 가질 수 밖에 없어 하나의 주파수 대역에서만 동작할 수 밖에 없었다. 이 때 게이트(gate)에 가해지는 전압입력으로 위상 동기 루프(PLL)에서 발생하는 제어전압(control voltage)을 사용하여 전류의 양을 조절할 수가 있다.

도 15는 본 발명을 저잡음 증폭기(LNA)에 적용한 일 실시예의 회로를 나타낸 도면이다.

즉, 도 12에서 간단한 구조를 채택한 것으로서, 상부 트랜지스터(1220)를 생략한 구조이다. L(1510)은 스파이어럴 인덕터(spiral inductor)(Dim = 300um, Width = 10.0 um, Space = 2.0um, turn = 2.5)를 사용하였고, C(1520)는 MOS varactor(Width = 5.0 um, Length = 0.4um, Finger = 20 x 8)를 사용하였으며, (1530)은 바이어스 회로이다.

도 16은 도 15의 저잡음 증폭기(LNA)의 시뮬레이션 결과이다.

도 16은, 위상 동기 루프(PLL)의 출력전압을  $V_{control}$  이라고 하였을 때,  $C_{var}$ 의 변화에 따른 주파수에 대한 게인값의 변화를 나타낸 것으로, 위상 동기 루프(PLL)의 출력값에 따라서  $C_{var}$ 의 값이 달라지고 이에 따라서 주파수 특성도 달라짐을 알 수 있다.

도 17은 본 발명의 멀티밴드에서 동작하는 데이터 수신 방법의 플로우 차트이다.

우선 수신신호를 입력받는다(S1710). 그리고, 위상 동기 루프(PLL)가 기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력신호를 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력신호의 주파수를 제어하는 제어전압을 생성한다(S1720).

그리고, 저잡음 증폭기(LNA)가 생성된 제어전압을 입력받아 주파수 대역을 조정하고, 조정된 주파수 대역에서 동작하며 입력받은 수신신호에서 잡음신호의 증폭은 억제하면서 수신된 신호를 증폭시킨다(S1730). 이때 저잡음 증폭기(LNA)는 인덕터와 커패시터로 이루어진 LC 공진회로를 구비하고 있고, 커패시터의 커패시턴스 값을 제어전압에 의해서 조정하여 LC 공진회로의 공진 주파수를 변경시켜, 동작되는 주파수 대역을 조정한다.

그리고 나서, 다운 믹서가 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 상기 증폭된 수신 신호를 낮은 주파수 대역의 신호로 변환시킨다(S1740). 복수의 트랜지스터를 구비한 다운 믹서에서, 상기 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 전류 소스로 동작시키고, 상기 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 부하로 동작시켜, 상기 소스로 동작하는 트랜지스터로부터 상기 부하로 동작하는 트랜지스터로 인입되는 전류의 양을 상기 제어전압에 의해서 제어하여, 동작되는 주파수 대역을 조정한다.

도 18은 본 발명의 멀티밴드에서 동작하는 데이터 송신 방법의 플로우 차트이다.

우선, 송신신호를 입력받는다(S1810). 그리고 위상 동기 루프(PLL)가 기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력신호를 입력받아 전압제어 발진기의 출력신호의 주파수를 제어하는 제어전압을 생성한다(S1820).

그리고, 업 믹서가 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 조정된 주파수 대역에서 동작하며 송신 신호를 높은 주파수 대역의 신호로 변환시킨다(S1830). 복수의 트랜지스터를 구비한 업 믹서에서, 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 전류 소스로 동작시키고, 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 부하로 동작시켜, 소스로 동작하는 트랜지스터로부터 부하로 동작하는 트랜지스터로 인입되는 전류의 양을 위상 동기 루프(PLL)의 제어전압에 의해서 제어하여, 주파수대역을 조정한다.

그리고 나서, 전력 증폭기가 제어전압을 입력받아 이득을 조정하고, 변환된 송신신호를 조정된 이득정도만큼 증폭시켜 출력한다(S1840). 전력 증폭기는 복수개의 단을 갖는 캐스캐이드 구조이며, 인덕터와 커패시터로 이루어진 LC 공진회로를 구비하고 있다. 그리고, 위상 동기 루프(PLL)의 제어전압을 가지고 커패시터의 커패시턴스 값을 조정하여 LC 공진회로의 공진 주파수를 변경시켜 이득을 조정한다.

이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본



발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

## 발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명은, 멀티밴드용 송수신기를 설계시에 사용되는 부품수를 줄일 수 있고, 전압제어 발진기(VCO)에 사용되는 위상 동기 루프(PLL)에서 생성된 제어전원(control voltage)을 회로의 다른 블록에 사용하여 회로의 복잡도를 감소시킬 수 있는 효과가 있다. 그리고, 전압제어 커패시터를 사용하여 부하를 구성함으로써 동작 주파수를 쉽게 변화시킬 수 있는 효과가 있다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.

기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력신호를 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력신호의 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 위상 동기 루프;

상기 제어전압을 입력받아 주파수 대역을 조정하고, 조정된 주파수 대역에서 동작하며 입력된 수신신호에서 잡음신호의 증폭은 억제하면서 수신된 신호를 증폭하는 저잡음 증폭기; 및

상기 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 상기 증폭된 수신 신호를 낮은 주파수 대역의 신호로 변환시키는 다운 믹서를 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티밴드 수신 장치.

### 청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 저잡음 증폭기는 인덕터와 커패시터로 이루어진 LC 공진회로를 구비하고 있으며, 상기 위상 동기 루프가 제공하는 제어전압에 의해서 상기 커패시터의 커패시턴스 값을 조정하여 상기 LC 공진회로의 공진 주파수를 변경시키는 것을 특징으로 하는 멀티밴드 수신 장치.

### 청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 저잡음 증폭기는 잡음 특성을 최소화할 수 있는 캐스캐이드 구조이며, 임피던스 매칭을 수행하는 인덕티브 소스 디제너레이터를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 멀티밴드 수신 장치.

### 청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 다운 믹서는 길버트 타입의 구조를 하고 있는 것을 특징으로 하는 멀티밴드 수신 장치.

### 청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 다운 믹서는

복수의 트랜지스터를 구비하며, 상기 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 전류 소스로 동작하고, 상기 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 부하로 동작하며, 상기 소스로 동작하는 트랜지스터로부터 상기 부하로 동작하는 트랜지스터로 인입되는 전류의 양을 상기 위상 동기 루프의 제어전압에 의해서 제어하여 주파수 대역을 조정하는 것을 특징으로 하는 멀티밴드 수신 장치.

### 청구항 6.

기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력신호를 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력신호의 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 위상 동기 루프;

상기 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 송신 신호를 높은 주파수 대역의 신호로 변환시키는 업 믹서; 및

상기 제어전압을 입력받아 이득을 조정하고, 상기 변환된 송신신호를 상기 조정된 이득정도만큼 증폭시켜 출력하는 전력 증폭기를 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티밴드 송신 장치.

#### 청구항 7.

제6항에 있어서,

상기 업 믹서는 길버트 타입의 구조를 하고 있는 것을 특징으로 하는 멀티밴드 송신 장치.

#### 청구항 8.

제6항에 있어서, 상기 업 믹서는

복수의 트랜지스터를 구비하며, 상기 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 전류 소스로 동작하고, 상기 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 부하로 동작하며, 상기 소스로 동작하는 트랜지스터로부터 상기 부하로 동작하는 트랜지스터로 인입되는 전류의 양을 상기 위상 동기 루프의 제어전압에 의해서 제어하여 주파수 대역을 조정하는 것을 특징으로 하는 멀티밴드 송신 장치.

#### 청구항 9.

제6항에 있어서, 상기 전력 증폭기는

복수개의 단을 갖는 캐스캐이드 구조이며, 인덕터와 커패시터로 이루어진 LC 공진회로를 구비하고 있고, 상기 위상 동기 루프가 제공하는 제어전압을 가지고 상기 커패시터의 커패시턴스 값을 조정하여 상기 LC 공진회로의 공진 주파수를 변경시켜 이득을 조정하는 것을 특징으로 하는 멀티밴드 송신 장치.

#### 청구항 10.

기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력신호를 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력신호의 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 위상 동기 루프;

상기 제어전압을 입력받아 주파수 대역을 조정하고, 조정된 주파수 대역에서 동작하며 입력된 수신신호에서 잡음신호의 증폭은 억제하면서 수신된 신호를 증폭하는 저잡음 증폭기;

상기 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 상기 증폭된 수신 신호를 낮은 주파수 대역의 신호로 변환시키는 다운 믹서;

상기 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 송신 신호를 높은 주파수 대역의 신호로 변환시키는 업 믹서; 및

상기 제어전압을 입력받아 이득을 조정하고, 상기 변환된 송신신호를 조정된 이득정도만큼 증폭시켜 출력하는 전력 증폭기를 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티밴드 송수신 장치.

#### 청구항 11.

RF 트랜시버에 사용되는 저잡음 증폭기에 있어서,

기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력을 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 위상 동기 루프; 및

인덕터와 커패시터로 이루어진 LC 공진회로를 구비하고 있으며, 상기 위상 동기 루프가 제공하는 제어전압에 의해서 상기 커패시터의 커패시턴스 값을 조정하여 상기 LC 공진회로의 공진 주파수를 변경시키는 것을 특징으로 하는 저잡음 증폭기.

#### 청구항 12.

RF 트랜시버에 사용되는 전력 증폭기에 있어서,

기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력을 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 위상 동기 루프; 및

복수개의 단을 갖는 캐스캐이드 구조이며, 인덕터와 커패시터로 이루어진 LC 공진회로를 구비하고 있고, 상기 위상

동기 루프가 제공하는 제어전압을 가지고 상기 커패시터의 커패시턴스 값을 조정하여 상기 LC 공진회로의 공진 주파수를 변경시켜 이득을 조정하는 것을 특징으로 하는 전력 증폭기.

### 청구항 13.

RF 트랜시버에 사용되는 믹서에 있어서,

기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력을 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 위상 동기 루프; 및

복수의 트랜지스터를 구비하며, 상기 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 전류 소스로 동작하고, 상기 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 부하로 동작하며, 상기 소스로 동작하는 트랜지스터로부터 상기 부하로 동작하는 트랜지스터로 인입되는 전류의 양을 상기 위상 동기 루프의 제어전압에 의해서 제어하는 것을 특징으로 하는 믹서.

### 청구항 14.

(a) 수신신호를 입력받는 단계;

(b) 기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력신호를 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력신호의 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 단계;

(c) 상기 생성된 제어전압을 입력받아 주파수 대역을 조정하고, 조정된 주파수 대역에서 동작하며 상기 입력받은 수신신호에서 잡음신호의 증폭은 억제하면서 수신된 신호를 증폭하는 단계; 및

(d) 상기 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 상기 증폭된 수신 신호를 낮은 주파수 대역의 신호로 변환시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티밴드에서 동작하는 데이터 수신 방법.

### 청구항 15.

제14항에 있어서, 상기 (c) 단계는

인덕터와 커패시터로 이루어진 LC 공진회로를 구비한 저잡음 증폭기에서, 상기 커패시터의 커패시턴스 값을 상기 제어전압에 의해서 조정하여 상기 LC 공진회로의 공진 주파수를 변경시켜, 동작되는 주파수 대역을 조정하는 것을 특징으로 하는 멀티밴드에서 동작하는 데이터 수신 방법.

### 청구항 16.

제14항에 있어서, 상기 (d) 단계는

복수의 트랜지스터를 구비한 다운 믹서에서, 상기 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 전류 소스로 동작시키고, 상기 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 부하로 동작시켜, 상기 소스로 동작하는 트랜지스터로부터 상기 부하로 동작하는 트랜지스터로 인입되는 전류의 양을 상기 제어전압에 의해서 제어하여, 동작되는 주파수 대역을 조정하는 것을 특징으로 하는 멀티밴드에서 동작하는 데이터 수신 방법.

### 청구항 17.

(a) 송신신호를 입력받는 단계;

(b) 기준 주파수 신호와 전압제어 발진기의 출력신호를 입력받아 상기 전압제어 발진기의 출력신호의 주파수를 제어하는 제어전압을 생성하는 단계;

(c) 상기 제어전압을 입력받아 소스로 동작하는 트랜지스터의 게이트에 가해지는 입력을 제어하여 주파수 대역을 조정하고, 상기 조정된 주파수 대역에서 동작하며 송신 신호를 높은 주파수 대역의 신호로 변환시키는 단계; 및

(d) 상기 제어전압을 입력받아 이득을 조정하고, 상기 변환된 송신신호를 조정된 이득정도만큼 증폭시켜 출력하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티밴드에서 동작하는 데이터 송신 방법.

### 청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 (c) 단계는

복수의 트랜지스터를 구비한 업 믹서에서, 상기 복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 전류 소스로 동작시키고, 상기

복수의 트랜지스터 중 적어도 하나는 부하로 동작시켜, 상기 소스로 동작하는 트랜지스터로부터 상기 부하로 동작하는 트랜지스터로 인입되는 전류의 양을 상기 제어전압에 의해서 제어하여, 주파수대역을 조정하는 것을 특징으로 하는 멀티밴드에서 동작하는 데이터 송신 방법.

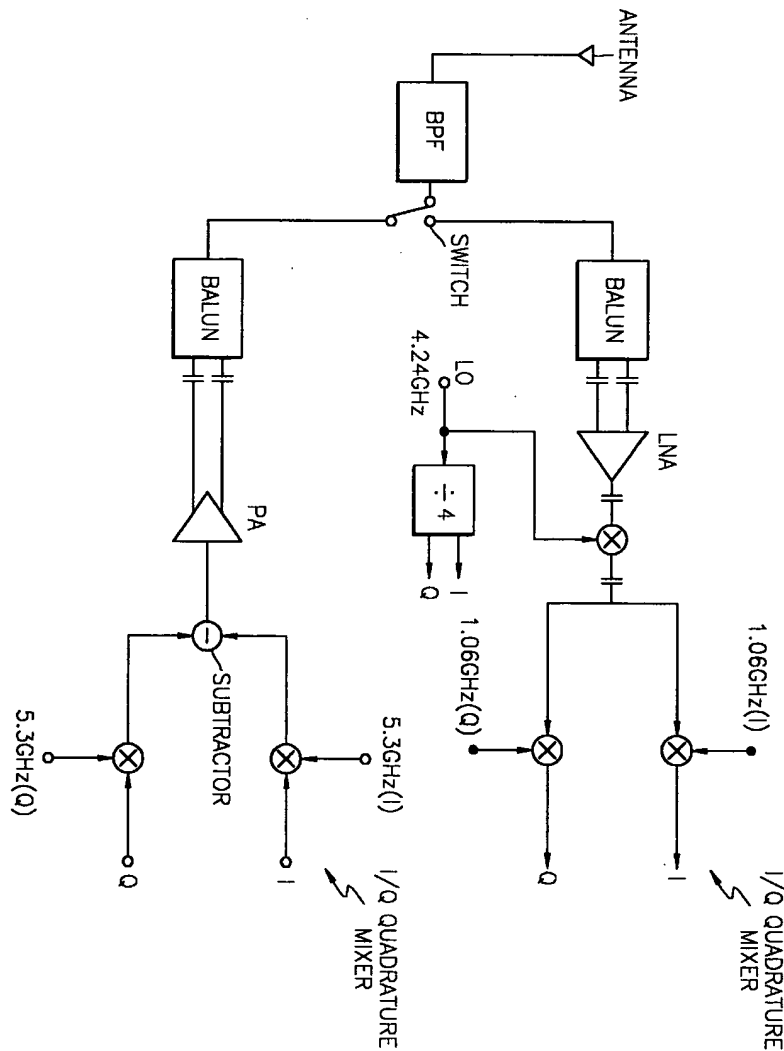
### 청구항 19.

제17항에 있어서, 상기 (d) 단계는

복수개의 단을 갖는 캐스캐이드 구조이며, 인덕터와 커패시터로 이루어진 LC 공진회로를 구비한 전력 증폭기에서, 상기 제어전압을 가지고 상기 커패시터의 커패시턴스 값을 조정하여 상기 LC 공진회로의 공진 주파수를 변경시켜 이득을 조정하는 것을 특징으로 하는 멀티밴드에서 동작하는 데이터 송신 방법.

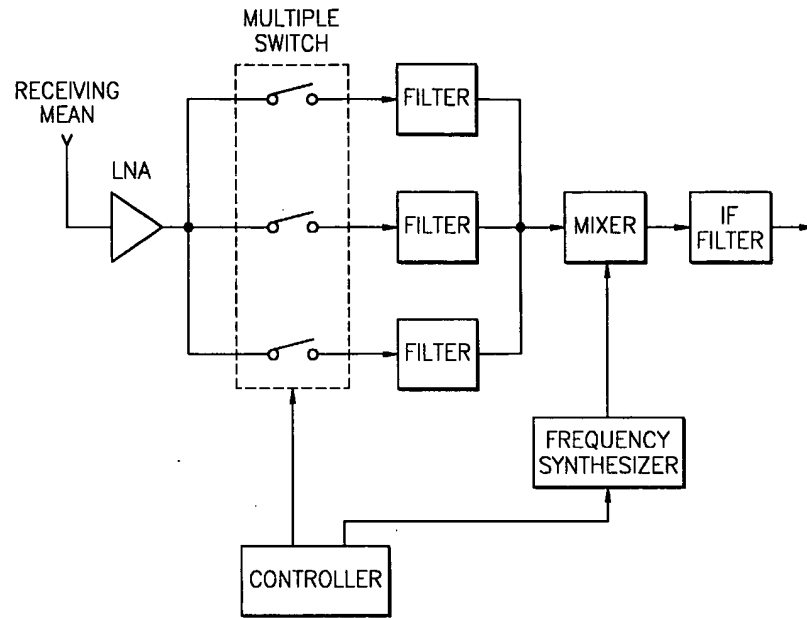
도면

도면1

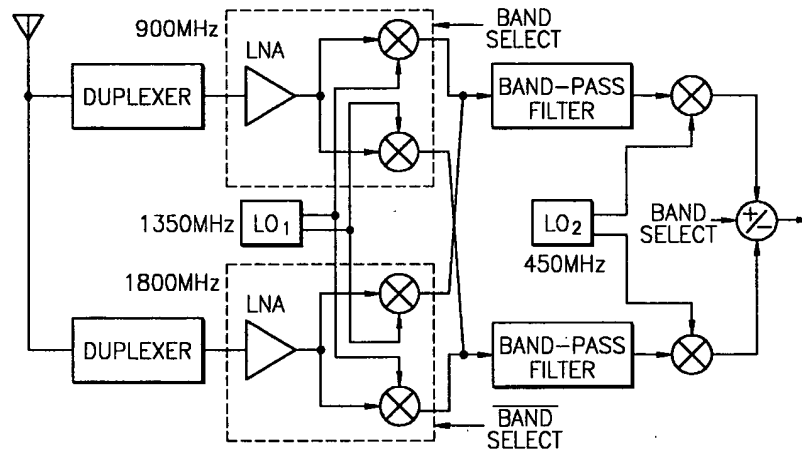




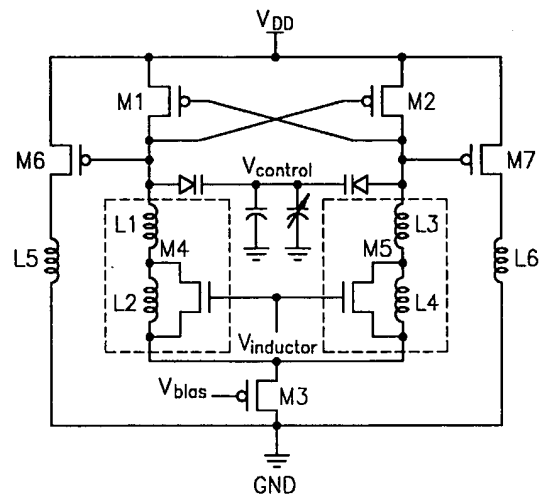
도면4



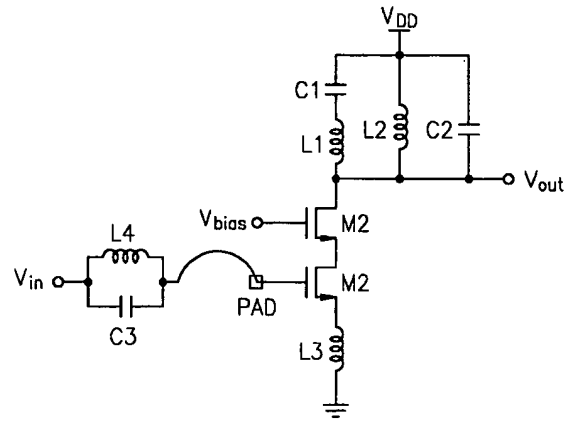
도면5



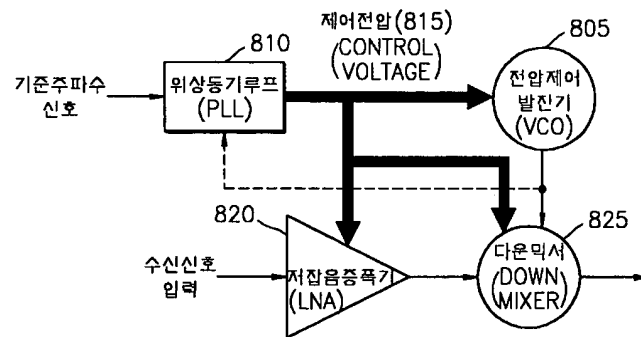
도면6



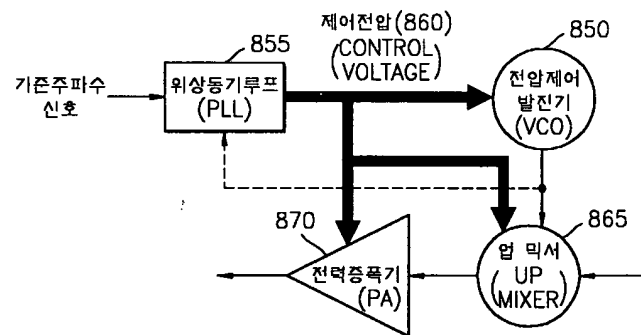
도면7



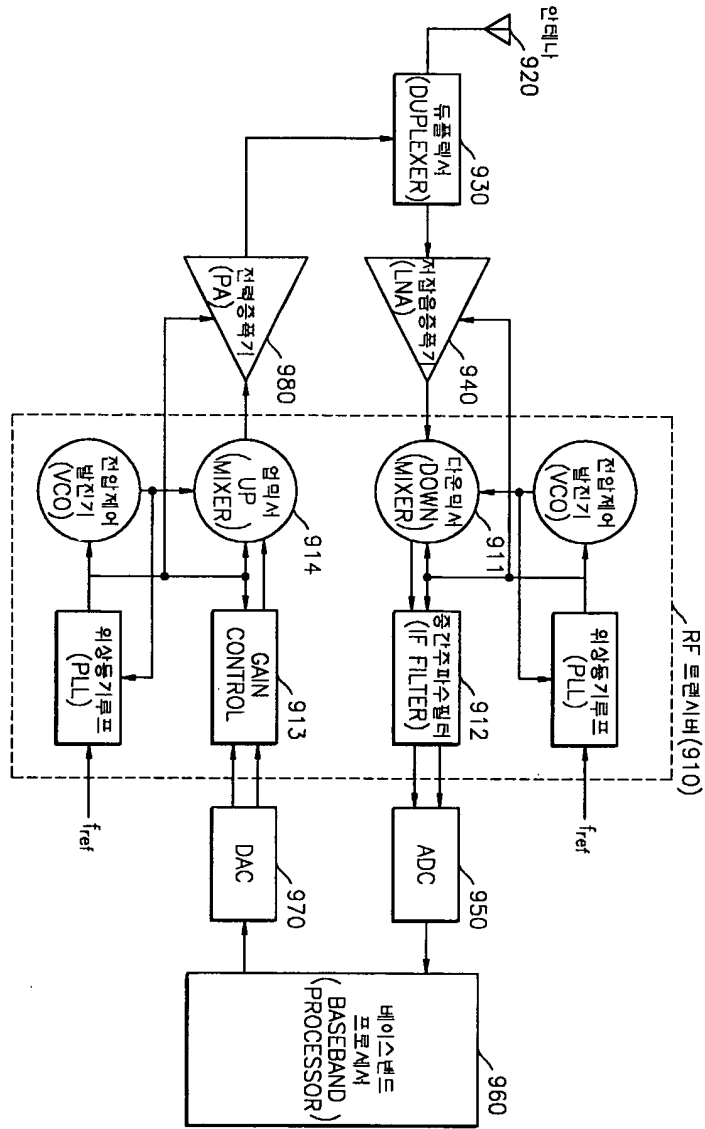
도면8a



도면8b

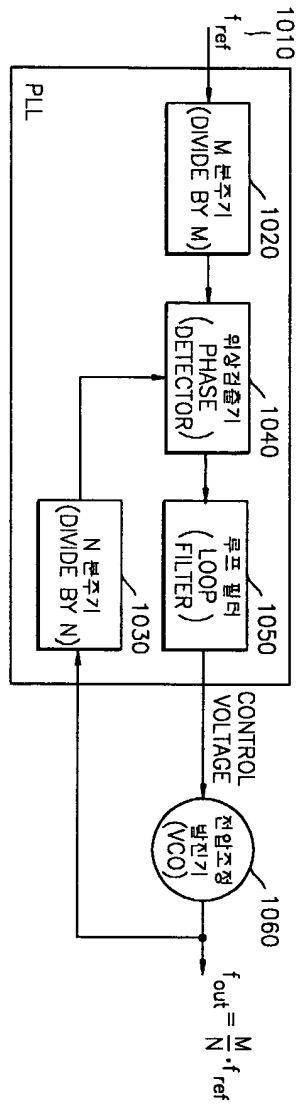


도면9

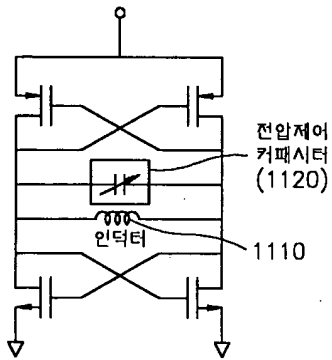




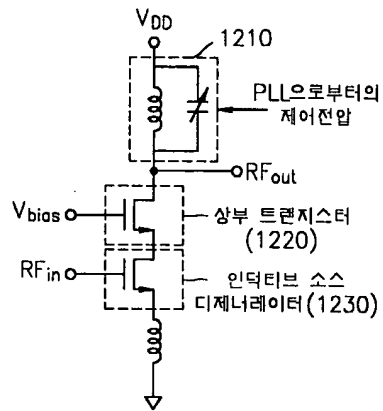
도면10



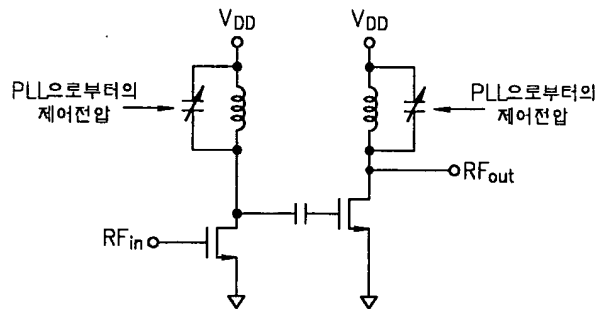
도면11



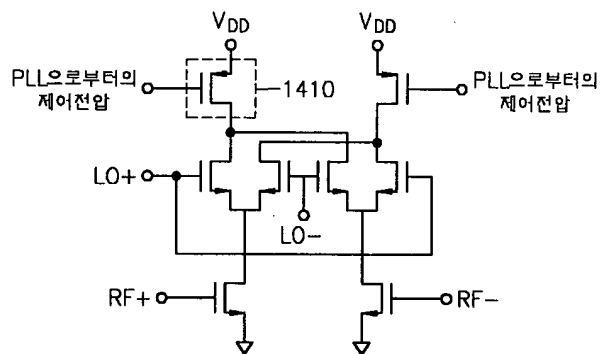
도면12



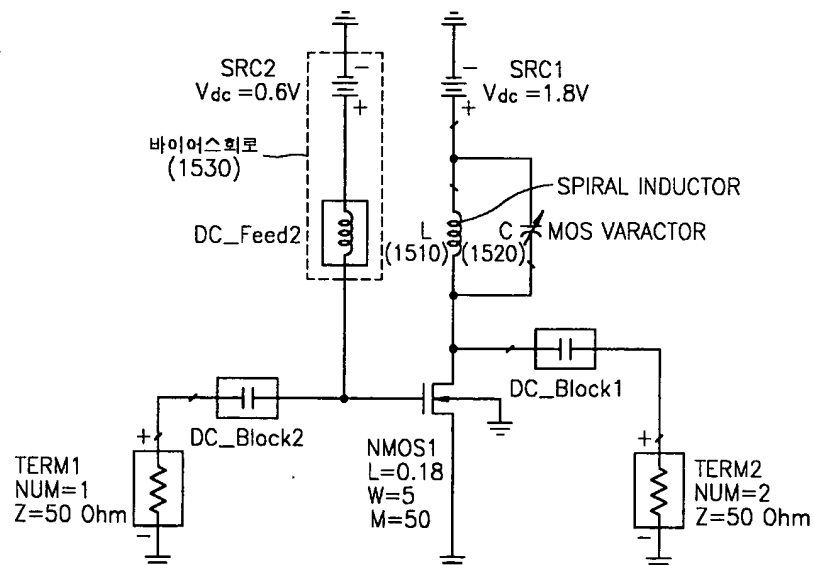
도면 13



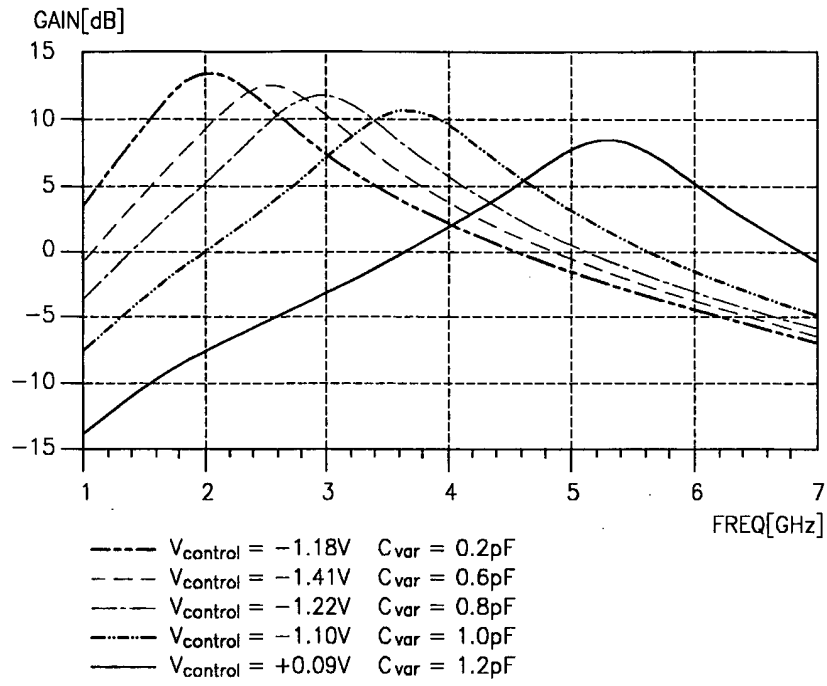
도면 14



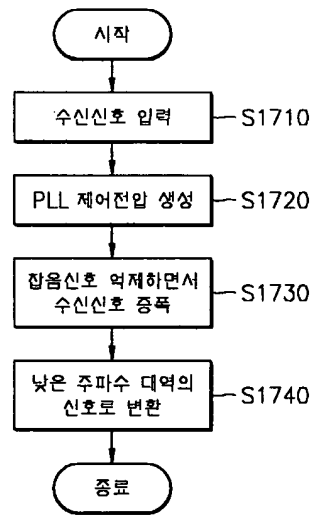
도면15



도면16



도면17



도면18

